

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2001094177 A**

(43) Date of publication of application: **06.04.01**

(51) Int. Cl.

**H01S 3/00**  
**B23K 26/08**

(21) Application number: **11270313**

(22) Date of filing: **24.09.99**

(71) Applicant: **ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY  
IND CO LTD**

(72) Inventor: **MATSUZAKA FUMIO  
UEHARA MINORU  
YAMAUCHI YOSHIHISA  
NISHIMI AKIHIRO  
KANAZAWA YUKO**

**(54) SOLID-STATE LASER BEAM PROJECTOR**

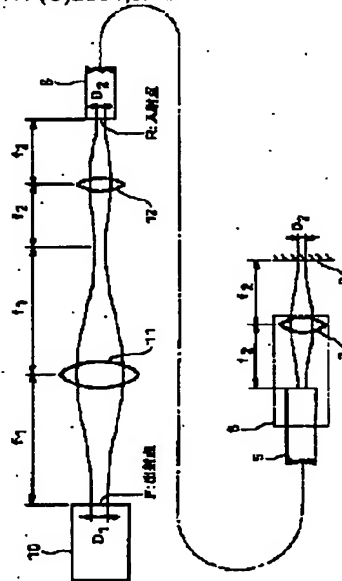
**(57) Abstract**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To improve the general versatility and performance of a projector by launching into an optical fiber, a laser beam of a diameter arbitrarily reduced at the same beam spread angle as that at an emission point, even if thermal lens effect varies with the oscillation output of the laser beam.

**SOLUTION:** Two convex lenses 11 and 12, having the focal lengths  $f_1$  and  $f_2$  of the same ratio as that between a beam diameter  $D_1$  at a light emitting point F and a beam diameter  $D_2$  at a light incident point R, are provided between the light emitting point F of a laser oscillation device 10 and the light incident point R of an optical fiber 5. An interval between the light exit and entrance points F and R is set to  $(2f_1+2f_2)$ , the first convex lens 11 having the focal length  $f_1$  is set at a position spaced by a distance  $f_1$  from the light exit point F, and the second convex lens 12 having the focal length  $f_2$  is located at a position spaced by a distance  $(f_1+f_2)$  from the first lens 11. Thereby the beam is transferred at a rate, in which the beam

spread angle at the light emitting point F is inversely proportional to the beam diameter ratio, and the laser beam of the reduced diameter enters one end of the optical fiber 5.

COPYRIGHT: (C)2001, JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2001-94177  
(P2001-94177A)

(43) 公開日 平成13年4月6日(2001.4.6)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	マークシート(参考)
H 0 1 S 3/00		H 0 1 S 3/00	B 4 E 0 6 8
B 2 3 K 26/08		B 2 3 K 26/08	K 5 F 0 7 2

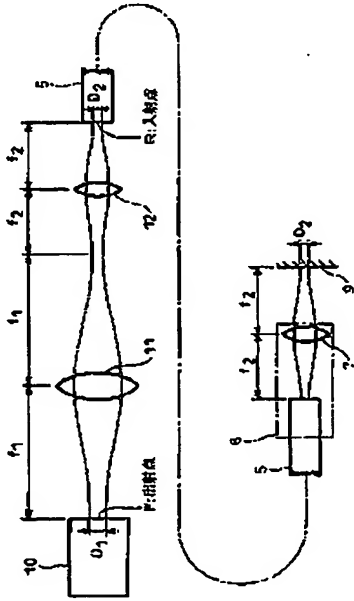
審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号	特願平11-270313	(71) 出願人	000000099 石川島播磨重工業株式会社 東京都千代田区大手町2丁目2番1号
(22) 出願日	平成11年9月24日(1999.9.24)	(72) 発明者	松坂 文夫 東京都江東区豊洲三丁目1番15号 石川島播磨重工業株式会社東京エンジニアリングセンター内
		(72) 発明者	上原 実 東京都江東区豊洲三丁目1番15号 石川島播磨重工業株式会社東京エンジニアリングセンター内
		(74) 代理人	100062236 弁理士 山田 恒光 (外1名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 固体レーザー光投射装置

(57) 【要約】  
【課題】 レーザ光の発振出力に応じて熱レンズ効果は変化しても、出射点と同じビームの拡がり角でしかも任意の縮径した光束径のレーザー光を光ファイバに入射して投射機の汎用性と性能を向上させる。  
【解決手段】 レーザ発振装置10の出射点Fと光ファイバ5の入射点Rとの間に、出射点Fでの光束径D<sub>1</sub>とそれより小さい入射点Rでの光束径D<sub>2</sub>との比D<sub>1</sub>:D<sub>2</sub>と同じ比の焦点距離f<sub>1</sub>:f<sub>2</sub>を有する2枚の凸レンズ11、12を備え、出射点Fと入射点Rとの間隔を2f<sub>1</sub>+2f<sub>2</sub>とし、焦点距離f<sub>1</sub>の第1の凸レンズ11を出射点Fからf<sub>1</sub>の距離に設置し、焦点距離f<sub>2</sub>の第2の凸レンズ12を第1の凸レンズ11からf<sub>1</sub>+f<sub>2</sub>の位置に設置することにより、出射点Fでの光束の拡がり角が光束径の比と反比例した率で転写され且つ光束径が縮径されたレーザー光を光ファイバ5の一端に入射する。



(2)

特開2001-94177

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 レーザ発振装置の出射点から発せられるレーザ光を、光ファイバの一端の入射点に入射し、光ファイバの他端から発せられるレーザ光を集光レンズを備えた投射機を介して投射対象物に投射するようにしている固体レーザ光投射装置であって、レーザ発振装置の出射点と光ファイバの入射点との間に、出射点での光束径 $D_1$ とそれより小さい入射点での光束径 $D_2$ との比 $D_1 : D_2$ と同じ比の焦点距離 $f_1 : f_2$ を有する2枚の凸レンズを備え、前記出射点と入射点との間隔を $2f_1 + 2f_2$ とし、焦点距離 $f_1$ の第1の凸レンズを出射点から $f_1$ の距離に設置し、焦点距離 $f_2$ の第2の凸レンズを第1の凸レンズから $f_1 + f_2$ の位置に設置することにより、出射点での光束の拡がり角が光束径の比と反比例した率で転写され且つ光束径が縮径されたレーザ光を光ファイバの一端に入射するようにしたことを特徴とする固体レーザ光投射装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、固体レーザ光投射装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 図2は一般的なレーザ発振装置10のレーザ共振器1の一例を示すもので、透過鏡2及び反射鏡3の相互間にレーザ共振部を成す固体レーザ媒質4、4（例えばNd:YAGレーザロッドなど）を直列に配置し、該固体レーザ媒質4、4をクリプトンランプなどの図示しない励起源により励起状態として光を出射させ、その光を透過鏡2及び反射鏡3の相互間を往復させて前記固体レーザ媒質4、4に対し入射を繰り返させることにより光共振を行わせて光のエネルギーを増幅し、透過鏡2を介しレーザ光を発振し得るようにしてある。

【0003】そして、レーザ発振装置10のレーザ出力の集光位置（透過鏡2の反出力側表面）を出射点Fとして光ファイバ5へ向け所要の光束の拡がり角で縮径しながら発振するレーザ光を、光ファイバの一端の入射点Rに対して前記出射点Fと同じ光束径で転写して入射させるために、レーザ光の伝搬装置を成す焦点距離 $f$ の凸レンズ6を、幾何光学の結像公式に基づき出射点Fと入射点Rの双方から焦点距離 $f$ の二倍の距離を隔てた中間位置に配置するようにしてある。

【0004】更に、光ファイバ5の他端から発せられるレーザ光は、集光レンズ7を備えた投射機8により、例えば溶接、溶断などのレーザ加工などを行うための投射対象物9に対して投射するようにしている。

【0005】一般に、レーザ光の品質は、光束径と拡がり角の積によって決まり、光束径が小さく且つ拡がり角が小さい方がレーザ光の取扱い上優れている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、固体レ

2

ーザにおいては、励起源からの励起光による加熱と冷却水による冷却の作用で固体レーザ媒質4、4の内部における屈折率分布が変化し、固体レーザ媒質4、4が凸レンズと同じ作用を成す熱レンズ効果が起こり、この熱レンズ効果は、レーザ光の発振出力に応じて変化することになるので、前述した如き単純に出射点Fから入射点Rに対し光束径を転写するだけの伝搬光学系では、熱レンズ効果が変わってレーザ光のモードが変化した際に、光束径を転写することができても光束の拡がり角を転写することができないという問題があった。

【0007】即ち、図2において、熱レンズ効果が強く現れている場合に、出射点Fにおける光束径が小さく且つ光束の拡がり角が大きいレーザ光が発振されて、幾何光学の結像公式に基づく1対1の像転写が成されるとしても、レーザ光の発振出力が低くて熱レンズ効果が弱い場合には、出射点Fにおける光束径が大きく且つ光束の拡がり角が小さいレーザ光が発振される結果、レンズ後の集光位置が前方（凸レンズ6側）に移動するので、光束径が同一に維持されていても、その光束の拡がり角は著しく相違するものとなってしまう。

【0008】光ファイバ5に入射されるレーザ光は、入射されたときの光束径と光束の拡がり角とを保持して他端から出射されるようになる。光ファイバの出射光は、光ファイバコア径と、NA値で特性が決まる。投射対象物を繊細に加工するためには、コア径が細いほうが良い。また、小径レンズを用い、且つ焦点距離を長くする場合は、NA値が小さい、即ち拡がり角が小さいほうが良い。

【0009】そのような良い光ファイバを使うためには、それに見合う光ファイバのコア径に集光したとき、NA値以下の拡がり角で絞られるようなレーザ光である必要がある。逆に、レーザ光中心に考えると、レーザ光の性能を最大限に引き出すためには、コア径×NA値がレーザ光の集光径×拡がり角と一致するような光ファイバを使えなければならない。

【0010】しかし、伝送系で焦点位置がズレてしまうと、そのようなぎざぎざの性能の光ファイバは使えず、多少余裕のある光ファイバでなければならない。すると、結局最終的な加工特性は低下してしまう。

【0011】また、凸レンズ6と光ファイバ5の一端との間に、前記レーザ発振装置10の固体レーザ媒質4、4と同様の固体レーザ媒質を配置して、透過鏡2を介しレーザ共振器1側から発振されたレーザ光を増幅して高出力のレーザ光を得て光ファイバ5に入射するようにしている場合もあるが、この場合にも、前記と同様に光ファイバ5に入射されるレーザ光の焦点位置がズレてしまうことによって前記と同様の問題を生じていた。

【0012】本発明は上述の事情に鑑みてなしたもので、本発明の目的は、光ファイバをレーザの性能ぎりぎりのものとするこ

(3)

特開2001-94177

4

し、結果として微細な加工の実施や小型のレンズを使えるようにした固体レーザー光投射装置を提供することである。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明は、レーザー発振装置の出射点から発せられるレーザー光を、光ファイバの一端の入射点に入射し、光ファイバの他端から発せられるレーザー光を集光レンズを備えた投射機を介して投射対象物に投射するようにしている固体レーザー光投射装置であって、レーザー発振装置の出射点と光ファイバの入射点との間に、出射点でのビーム径 $D_1$ とそれより小さい入射点でのビーム径 $D_2$ との比 $D_1 : D_2$ と同じ比の焦点距離 $f_1 : f_2$ を有する2枚の凸レンズを備え、前記出射点と入射点との間隔を $2f_1 + 2f_2$ とし、焦点距離 $f_1$ の第1の凸レンズを出射点から $f_1$ の距離に設置し、焦点距離 $f_2$ の第2の凸レンズを第1の凸レンズから $f_1 + f_2$ の位置に設置することにより、出射点でのビームの拡がり角がビーム径の比と反比例した率で転写され且つビーム径が縮径されたレーザー光を光ファイバの一端に入射するようにしたことを特徴とする固体レーザー光投射装置、に係るものである。

【0014】従って、本発明では、出射点でのビーム径 $D_1$ とそれより小さい入射点での必要なビーム径 $D_2$ との比 $D_1 : D_2$ と同じ比の焦点距離 $f_1 : f_2$ を有する2枚の凸レンズを備えて、焦点距離 $f_1$ の第1の凸レンズを出射点から $f_1$ の距離に設置し、焦点距離 $f_2$ の第2の凸レンズを第1の凸レンズから $f_1 + f_2$ の位置に設置しているので、出射点でのビームの拡がり角 $\theta_1$ をビーム径の比と反比例した率の拡がり角 $\theta_2$ （絞り角）、即ち $\theta_2 = (D_1/D_2) \theta_1$ で光ファイバの入射点に転写することができ、且つビーム径を任意に縮径して光ファイバの一端に入射することができる。従って、光ファイバを経て投射機から投射対象物に投射されるレーザー光を、出射点でのビームの拡がり角と同じ拡がり角とし、しかも任意の細いビーム径で投射することができるので、投射機の汎用性と性能を高めることができる。

【0015】

【発明の実施の形態】以下本発明の実施の形態を図面を参照しつつ説明する。

【0016】図1は本発明を実施する形態の一例を示すもので、図2と同一の符号を付した部分は同一物を表している。

【0017】本形態例においては、前述した図2における一枚の凸レンズ6から成る伝搬光学系に換えて、焦点距離が異なる第1の凸レンズ11と第2の凸レンズ12とを出射点Fと入射点Rとの間に以下のようにして配置している。

【0018】即ち、レーザー発振装置10の出射点Fと光ファイバ5の入射点Rとの間に、出射点Fでのビーム径 $D_1$ とそれより小さい入射点Rで要求されるビーム径 $D_2$ 、

との比 $D_1 : D_2$ と同じ比の焦点距離 $f_1 : f_2$ を有する2枚の凸レンズ11、12を備え、このとき、出射点Fと入射点Rとの間隔は $2f_1 + 2f_2$ としている。

【0019】焦点距離 $f_1$ の第1の凸レンズ11は出射点Fから $f_1$ の距離に設置し、焦点距離 $f_2$ の第2の凸レンズ12は第1の凸レンズ11から $f_1 + f_2$ の距離に設置する。このとき、第2の凸レンズ12と光ファイバ5の入射点Rとの間の距離は $f_2$ である。

【0020】次に、上記形態例の作用を説明する。

10 【0021】図1では、第1の凸レンズ11の焦点距離 $f_1$ と第2の凸レンズ12の焦点距離 $f_2$ との比を2 : 1とした場合を示している。このときのレーザー発振装置10の出射点Fと光ファイバ5の一端の入射点Rとの間隔は $2f_1 + 2f_2$ である。

【0022】このように、第1の凸レンズ11の焦点距離 $f_1$ と第2の凸レンズ12の焦点距離 $f_2$ との比を $f_1 : f_2 = 2 : 1$ とし、このときの出射点Fのビーム径を $D_1$ 、入射点Rのビーム径を $D_2$ とすると、レーザー光のようなガウスビームにおける入射点Rのビーム径 $D_2$ は、 $D_2 = (f_2/f_1) D_1$ となる。

【0023】即ち、出射点Fのビーム径 $D_1$ に対して入射点Rのビーム径 $D_2$ は、焦点距離の比と同じに $1/2$ に縮径されることになる。

【0024】また、上記において、出射点Fのビームの拡がり角 $\theta_1$ は、ビーム径 $D_1$ と $D_2$ の比と反比例した率の拡がり角 $\theta_2$ （絞り角）、即ち、 $\theta_2 = (D_1/D_2) \theta_1$ で光ファイバ5の入射点Rに転写される。

30 【0025】従って、上記形態例によれば、第1の凸レンズ11と第2の凸レンズ12との焦点距離の比を任意に設定（例えば $f_1 : f_2 = 2 : 1$ ）すると、入射点Rに入射されるビーム径 $D_2$ を任意に小径（例えば $D_2 = (1/2) D_1$ ）として入射することができ、しかもレーザー光の発振出力に応じて熱レンズ効果に変化し、出射点Fのビーム径が変化しても、出射点Fのビームの拡がり角 $\theta_1$ は、ビーム径 $D_1$ と $D_2$ の比と反比例した率の拡がり角 $\theta_2$ で光ファイバ5の入射点Rに転写されるので、実質的に入射点Rに入射されるビーム径は殆ど変化せず、よって光ファイバ5をレーザーの性能ぎりぎりのものとして用いることができ、レーザーの能力を最大限に引き出すことができる。

40 【0026】従って、光ファイバ5の他端から出射されるレーザー光のビーム径を小さくすることができ微細な加工などを可能にすると共に、所要以上にビーム径が大きくなるのを防止できるので、小径の集光レンズ7を用いて投射機8を小型・軽量化することができ、しかも集光レンズ7と投射対象物9との間の距離が必要以上に近付くことを防止できるので、溶接や溶断を行う場合に、溶融部から飛来するスパッタが集光レンズ7に付着する問題を軽減できるなど、投射機8の汎用性と性能を高めることができる。

(4)

特開2001-94177

5

6

【0027】尚、本発明の固体レーザー光投射装置は、上述の形態例にのみ限定されるものではなく、溶接や溶断を行う投射機以外の種々のレーザー投射装置にも適用でき、出射点と入射点の間に備える第1と第2の凸レンズの焦点距離の比は光ファイバの入射点において要求されるビーム径に応じて任意に選定し得ること。その他、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々変更を加え得ることは勿論である。

【0028】

【発明の効果】上記した本発明の固体レーザー光投射装置によれば、レーザー光の発振出力に応じて熱レンズ効果も変化しても、第1の凸レンズと第2の凸レンズとの焦点距離の比で入射点のビーム径を任意の小径に設定した状態で入射することができるので、光ファイバをレーザーの性能ぎりぎりのものとしてでき、レーザーの能力を最大限に引き出すことができる。よって、光ファイバの他端から出射されるレーザー光のビーム径を小さくすることができ、繊細な加工などを可能にすると共に、所要以上にビーム径が大きくなるのを防止できるので、小径の集光レンズを用いて投射機の構成を小型・軽量化することができ、しかも集光レンズと投射対象物との距離が必要以上に近付くことを防止できるので、溶接や溶断\*

\*を行う場合に、溶融部から飛沫するスパッタが集光レンズに付着するといった問題を軽減できるなど、投射機の汎用性と性能を高めることができる効果がある。

【図面の簡単な説明】

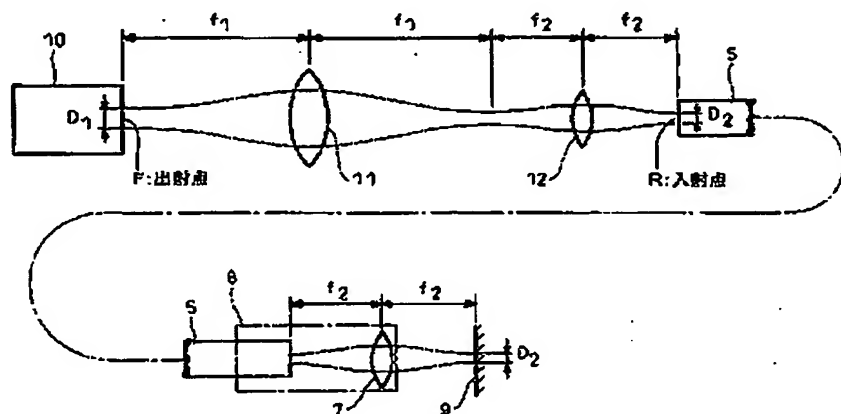
【図1】本発明を実施する形態の一例を示す概略図である。

【図2】従来例を示す概略図である。

【符号の説明】

- 5 光ファイバ
- 7 集光レンズ
- 8 投射機
- 9 投射対象物
- 10 レーザ発振装置
- 11 凸レンズ
- 12 凸レンズ
- D<sub>1</sub> 出射点のビーム径
- D<sub>2</sub> 入射点のビーム径
- F 出射点
- R 入射点
- f<sub>1</sub> 焦点距離
- f<sub>2</sub> 焦点距離

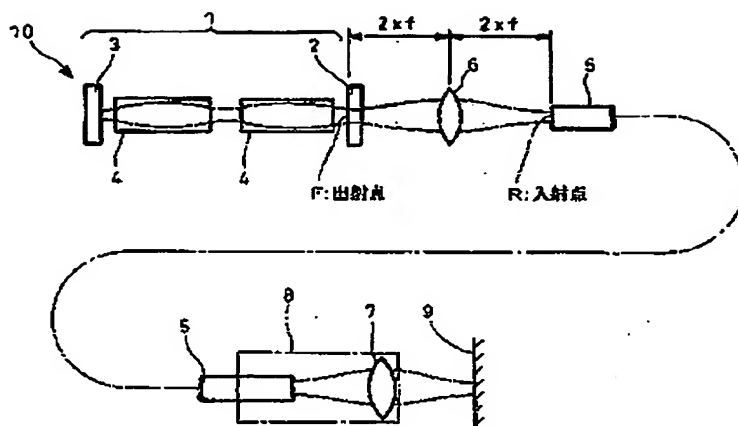
【図1】



(5)

特開2001-94177

【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 山内 徹久  
東京都江東区豊洲三丁目1番15号 石川島  
播磨重工業株式会社東京エンジニアリング  
センター内

(72)発明者 西見 昭浩  
東京都江東区豊洲三丁目1番15号 石川島  
播磨重工業株式会社東京エンジニアリング  
センター内

(72)発明者 金澤 祐幸  
東京都江東区豊洲三丁目1番15号 石川島  
播磨重工業株式会社東京エンジニアリング  
センター内

Fターム(参考) 4E068 CB08 CD05 CD13 CE08  
5F072 AB02 JJ01 KK30 MM08 YY06